

ANALISIS ARUS BALIK AIR PADA SALURAN DRAINASE PRIMER GAYAM KABUPATEN KULON PROGO DENGAN METODE INTEGRASI NUMERIK

Fendika Titok Kurniawan¹⁾, Adi Yusuf Muttaqien²⁾, Rintis Hadiani³⁾

¹⁾ Mahasiswa Program S1 Teknik Sipil Universitas Sebelas Maret

^{2) 3)} Pengajar Jurusan Teknik Sipil Universitas Sebelas Maret

Jalan Ir. Sutami No.36A Surakarta 57126. Telp: 0271647069. Email : f.titokkurniawan@gmail.com

Abstract

The river has many benefits for humans, but if there is no handling and maintenance of the river continuously, it can also bring floods. The aim of this study is one of an effort to prevent the occurrence of floods caused by back water. It is done by analyzing the flow profile of the Gayam primary drainage channel due to the maximum height of Serang River. It can be used for taking further action to repair the building water infrastructure. The research applied in one of the drainage channels of Kulon Progo Regency, it was located in District Wates. This channel was on a flat area and densely populated. Analysis of flow profile Gayam primary drainage channel was performed by using numerical integration methods and hydrologic program of Engineering Center-River Analysis System (HEC-RAS). The data was used in the Gayam primary drainage channel by using rainfall data from three stations in the DAS of Serang in 2004-2013. It was used for the calculation of the drainage channel discharge calculation Gayam between 2011-2013 in Serang River. Gayam primary drainage channels included the type of surface flow profile ramps or profile M (Mild) for basic slope of the channel is smaller than the critical slope. Value of maximum is 1.78 m in November whereas value of is 1.43 m. Back water is detected on calculation by using numerical integration and HEC-RAS software. The length of the reverse flow of water differents depend on the discharge of Gayam primary drainage channels. The longest back water occurs in December that along 432 m. The analysis shows that a height flow profile heigher than the embankment and the dimension of box culvert.

Keywords: back water, flood, flow profile of river, numerical integration, HEC-RAS.

Abstrak

Sungai memiliki banyak manfaat untuk manusia namun jika tidak ada penanganan dan pemeliharaan secara berkelanjutan sungai juga dapat mendatangkan bencana banjir. Tujuan dari penelitian ini adalah salah satu upaya mencegah terjadinya bencana banjir yang diakibatkan oleh arus balik air. Pencegahan ini dilakukan dengan menganalisis profil aliran dari saluran drainase primer Gayam akibat ketinggian maksimum Sungai Serang. Profil aliran yang diketahui dapat digunakan untuk pengambilan tindakan lebih lanjut untuk perbaikan infrastruktur bangunan air. Penelitian ini akan dilakukan pada salah satu saluran drainase di Kabupaten Kulon Progo yang terletak di Kecamatan Wates. Saluran ini berada pada daerah dengan kelandaian yang cenderung datar dan padat penduduk. Analisis profil aliran saluran drainase primer Gayam akan dilakukan menggunakan metode integrasi numerik dan menggunakan program *Hydrologic Engineering Center-River Analysis System* (HEC-RAS). Data yang digunakan pada saluran drainase primer Gayam menggunakan data hujan dari tiga stasiun hujan pada DAS Serang pada tahun 2004-2013 yang selanjutnya digunakan untuk perhitungan perhitungan debit saluran drainase primer Gayam. Data debit yang digunakan pada Sungai Serang antara tahun 2011-2013. Saluran drainase primer Gayam termasuk jenis profil aliran permukaan landai atau profil M (*Mild*) karena kemiringan dasar saluran lebih kecil dari kemiringan kritis. Nilai maksimum terjadi pada bulan November yaitu sebesar 1,78 m dan nilai sebesar 1,43 m. Arus balik air terdeteksi pada perhitungan menggunakan integrasi numerik maupun menggunakan *software* HEC-RAS. Panjangnya arus balik air berbeda-beda tiap bulan tergantung debit saluran drainase primer Gayam. Arus balik air terpanjang terjadi pada bulan Desember yaitu sepanjang 432 m. Hasil analisis menunjukkan ketinggian profil aliran lebih tinggi dari tanggul dan dimensi *box culvert*.

Kata Kunci: arus balik air, banjir, profil aliran sungai, integrasi numerik, HEC-RAS.

PENDAHULUAN

Sungai adalah alur air alami atau buatan berupa jaringan pengairan beserta air di dalamnya, mulai dari hulu sampai muara, dengan dibatasi kanan dan kiri oleh garis sempadan. Sungai memiliki peranan penting untuk manusia, contohnya sebagai sumber air dalam kehidupan sehari-hari, sumber pengairan dan irigasi, sumber pembangkit listrik tenaga air. Sungai memiliki banyak manfaat untuk manusia namun jika tidak ada penanganan dan pemeliharaan secara berkelanjutan sungai juga dapat mendatangkan bencana banjir.

Banjir adalah kondisi saat saluran tidak dapat menampung debit aliran menimbulkan luapan air. Banjir dapat terjadi akibat berbagai hal, karena ulah manusia atau dari faktor alam. Salah satu penyebab banjir dari alam adalah tingginya curah hujan. Curah hujan yang tinggi membuat debit aliran bertambah dan menyebabkan luapan karena sungai tidak dapat menampung kapasitas debit aliran. Sungai (induk) yang meluap di muara anak sungai dapat mengakibatkan aliran air meluap dan berbalik menuju hulu anak sungai atau disebut dengan arus balik.

Sungai memiliki karakteristik yang berbeda-beda antara sungai yang satu dengan sungai yang lain. Salah satu pembeda antara sungai yang satu dengan sungai yang lain adalah profil alirannya. Gambaran profil aliran suatu

sungai dapat digunakan untuk menganalisis keadaan sungai, selain itu juga dapat digunakan sebagai salah satu pertimbangan untuk mengambil langkah selanjutnya dalam menangani banjir sungai, seperti perbaikan dan pertimbangan pembangunan bangunan air.

Profil aliran sungai dapat dianalisis dengan beberapa metode hitungan konvensional. Beberapa metode yang dapat digunakan untuk menganalisis profil aliran antara lain metode integrasi numerik, metode integrasi grafik, dan metode langkah langsung. Perkembangan teknologi sangat cepat di era globalisasi dan komunikasi. Manusia dituntut aktif dalam perkembangan zaman yang semakin banyak menggunakan teknologi dalam berbagai hal. Teknologi dapat dimanfaatkan dalam berbagai aspek, salah satunya mengenai ilmu keairan. Teknologi tersebut berupa program *software*/aplikasi yang berhubungan dengan hidrolika. Salah satu program aplikasi yang berhubungan dengan hidrolika adalah *HEC-RAS 4.1.0*. Metode-metode tersebut dikembangkan untuk mempermudah dalam menggambarkan profil aliran permukaan.

HEC-RAS 4.1.0 merupakan program aplikasi untuk memodelkan aliran satu dimensi pada saluran atau sungai. *HEC-RAS 4.1.0* memiliki empat komponen hitungan hidrolika satu dimensi yaitu 1) Hitungan Profil Aliran Permukaan Permanen, 2) Simulasi Aliran Tidak Permanen, 3) Hitungan Transport Sedimen, dan 4) Analisis Kualitas Air.

Metode yang dikembangkan tersebut merupakan beberapa metode yang dapat digunakan dalam menganalisis profil aliran permukaan sungai. Analisis profil aliran permukaan dapat dikembangkan dengan beberapa opsi mulai dari hitungan konvensional ataupun menggunakan program *software*.

Sungai Serang merupakan salah satu daerah aliran sungai (DAS) besar dari empat DAS yang ada di Provinsi DIY. DAS yang terdapat di Provinsi DIY antara lain DAS Progo, DAS Opak-Oyo, DAS Serang, dan DAS Bribin-Pegunungan Seribu. DAS tersebut tersebar di beberapa kota/kabupaten di Provinsi DIY dan mengalir dan bermuara ke Samudera Hindia. DAS Serang mempunyai luas DAS $\pm 280 \text{ Km}^2$ dengan panjang sungai utamanya $\pm 28 \text{ km}$. Sungai Serang merupakan sungai penting bagi Kabupaten Kulon Progo, karena merupakan sungai utama yang menyuplai air irigasi dan sebagai saluran drainase dari lahan persawahan maupun dari lahan pemukiman penduduk. Sungai Serang memiliki sub DAS yang cukup banyak dari sungai kecil hingga saluran drainase, sebagai drainase utama Sungai Serang berfungsi mengalirkan air ke Samudera Hindia. Salah satu sub DAS yang mengalir ke Sungai Serang adalah Saluran drainase primer Gayam. Sungai Serang hampir setiap tahun meluap dan membanjiri daerah sekitar sungai dan menimbulkan kerugian yang cukup besar.

Saluran drainase primer Gayam merupakan saluran drainase yang mengalir melalui Kelurahan Wates dan berhilir pada Sungai Serang. Kelurahan Wates merupakan salah satu kelurahan di Kecamatan Wates yang sebagian wilayahnya didominasi pemukiman padat penduduk. Saluran drainase primer Gayam merupakan saluran drainase yang relative pendek tetapi memiliki peranan penting untuk warga sekitar sungai ini yaitu untuk mengalirkan atau membuang air limpasan agar tidak menggenang dan segera mengalir ke saluran drainase utama yaitu Sungai Serang.

Tanggul dalam artian secara luas merupakan bangunan air yang berada di sisi kiri kanan badan sungai yang terbuat secara alami maupun buatan. Tanggul memiliki fungsi utama sebagai pelindung dataran disekitarnya dari luapan banjir, tanggul juga berfungsi meninggikan muka air sehingga kapasitas sungai meningkat.

Penelitian ini perlu dilakukan untuk mengetahui terjadi tidaknya arus balik pada Saluran drainase primer Gayam terhadap Sungai Serang dan membantu mempertimbangkan pembangunan bangunan air, sehingga dapat mengantisipasi dampak kerugian dari banjir yang diakibatkan Saluran drainase primer Gayam. Analisis profil aliran Saluran drainase primer Gayam akan dilakukan dengan dua metode, yaitu dengan menggunakan *software HEC-RAS 4.1.0* dan metode integrasi numerik sebagai pembandingan.

LANDASAN TEORI

Tujuan utama penelitian ini merupakan untuk mengetahui profil aliran, dimana dari profil aliran tersebut dapat diketahui tindakan pencegahan yang harus dilakukan. Analisis profil aliran yang dilakukan pada penelitian ini menggunakan dua metode yaitu menggunakan metode integrasi numerik dan menggunakan *software HEC-RAS 4.1.0*. Metode integrasi numerik menganalisis profil aliran dengan membandingkan penurunan/penaikan ketinggian muka air pada setiap penampang saluran terhadap ketinggian muka air pada penampang saluran sebelumnya dengan jarak tertentu yang sudah ditentukan. Selain menggunakan metode konvensional profil aliran dapat diketahui dengan *HEC-RAS Software HEC-RAS* ini dikembangkan untuk mempermudah perhitungan

hidrolika yang mencakup empat komponen hitungan, yaitu: profil muka air aliran permanen, simulasi aliran tak permanen, transpor sedimen, serta hitungan kualitas air. HEC-RAS merupakan *software* yang mengintegrasikan fitur *ghrapical user interface*, analisis hidraulik, manajemen, dan penyimpanan data, grafik serta pelaporan.

TAHAPAN PENELITIAN

Mengumpulkan Data

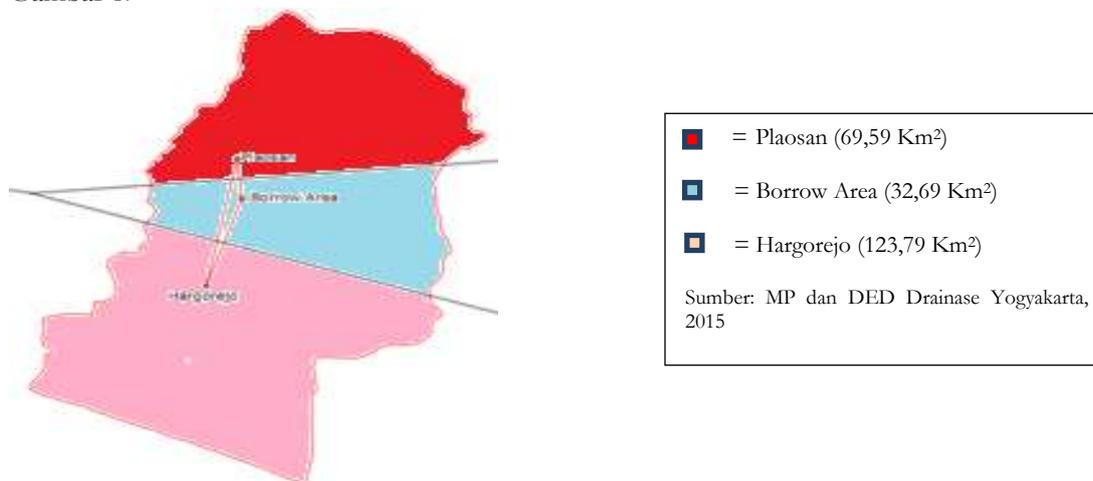
Pengumpulan data penelitian dilakukan untuk menunjang analisis arus balik pada saluran drainase primer Gayam. Data yang dikumpulkan berupa data hujan pada DAS Serang pada tahun 2004-2013, data potongan melintang, potongan memanjang saluran drainase primer Gayam, peta situasi alur saluran drainase primer Gayam, peta situasi, dan AWLR Sungai Serang. Data diambil dari Balai PSDA, Balai Besar Wilayah Sungai Serayu-Opak, dan Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Cipta Karya D.I.Y.

Uji Kepanggahan Hujan

Uji kepenggahan menggunakan metode kurva massa ganda dengan menggunakan grafik tipe scatter dengan mencari nilai determinan R^2 . Data hujan suatu stasiun hujan dianggap panggah jika kumulatif hujan tahunan suatu stasiun terhadap rata-rata kumulatif hujan tahunan stasiun lain yang berkaitan sehingga memiliki nilai $R^2 \approx 1$.

Hujan Wilayah

Data hujan biasanya didapat pada alat penakar hujan yang biasanya terletak pada titik-titik tertentu. Suatu daerah yang memiliki area yang luas tidak dapat diwakilkan oleh satu alat penakar saja sehingga perlu digambarkan dengan menggunakan rata-rata curah hujan kawasan. Metode yang digunakan adalah metode *polygon Thiessen*. Sebaran hujan wilayah pada DAS Serang berdasarkan sebaran wilayah tiap stasiun hujan dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Sebaran wilayah hujan tiap stasiun hujan DAS Serang

Setelah mengetahui luasan sebaran wilayah hujan DAS Serang selanjutnya menentukan koefisien *Thiessen* untuk masing-masing stasiun hujan seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Koefisien Thiessen untuk stasiun Hargorejo, Plaosan, Borrow Area.

No	Nama Stasiun	Luas DAS (A_i) (km ²)	Koefisien Thiessen (C_i) (%)
1	Hargorejo	123.79	54.77
2	Plaosan	69.59	30.79
3	Borrow Area	32.65	14.44
Jumlah		226.03	100

Intensitas Curah Hujan

Sifat umum hujan adalah semakin singkat hujan berlangsung cenderung makin tinggi dan makin besar periode ulangnya makin tinggi pula intensitasnya. Pada penelitian ini data hujan yang didapat adalah data hujan harian, karena itu intensitas hujan dapat dihitung dengan rumus mononobe. Pada penelitian ini menggunakan tinjauan durasi hujan selama satu jam-an.

Analisis Profil Aliran dan Arus Balik Air

Analisis profil aliran dan arus balik air menggunakan dua metode yaitu metode integrasi numerik dan *software* HEC-RAS 4.1.0.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Data

Data debit saluran drainase primer Gayam yang digunakan adalah pada tahun 2004-2013, sedangkan pada Sungai Serang menggunakan data debit maksimum bulan Januari-Desember antara tahun 2011-2013. Hasil hitungan debit saluran drainase primer Gayam dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Debit saluran drainase primer Gayam

Bulan	Debit (m ³ /dtk)	Bulan	Debit (m ³ /dtk)
Januari	5.49	Juli	2.07
Februari	6.30	Agustus	0.73
Maret	6.38	September	3.43
April	4.88	Oktober	4.70
Mei	4.32	November	7.50
Juni	4.57	Desember	7.58

Analisis dilakukan pada saluran drainase primer Gayam sepanjang 1275 m berdasarkan dari data skunder yang didapat. Analisis dilakukan dengan jarak anatas titik pemantauan sepanjang 25 meter. Analisis dilakukan sebanyak 52 titik, dari titik 0 sampai dengan 51, dimana titik 0 merupakan hulu dengan elevasi +35,95 dan titik 51 merupakan hilir pertemuan dengan Sungai Serang dengan elevasi +29,176.

Perhitungan luas basah penampang dapat dilakukan dengan mengetahui data penampang sungai berupa lebar dasar saluran (B), kemiringan talud (m) dan ketinggian muka air yang direncanakan. Elevasi dasar saluran digunakan untuk menentukan kemiringan saluran. Kemiringan saluran yang digunakan untuk analisis pada saluran drainase primer Gayam ini adalah 0.00339 dan 0.0048.

Perhitungan kedalaman normal dapat dihitung dengan menggunakan persamaan Manning $V = \frac{1.49}{n} R^{2/3} S^{1/2}$. Sedangkan kedalaman kritis terjadi pada kondisi bilangan *froude* sama dengan satu, dihitung dengan persamaan $Fr = \frac{V}{\sqrt{gD}} = 1$. Perhitungan dilakukan dengan cara coba-coba dengan memasukkan nilai debit(Q), Manning(n), gravitasi(g), kemiringan talud(m), lebar dasar saluran(B), dan kemiringan dasar saluran(I₀). Kemiringan kritis dapat dihitung dengan berdasarkan persamaan $I_c = \frac{Q^2}{gA^3}$ dimana kondisi luasan(A) dan jari-jari hidrolik(R) pada kondisi kritis. Hasil hitungan kedalaman kritis dan kemiringan kritis dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil perhitungan kedalaman kritis dan kemiringan kritis.

Bulan	Yc(m)	Ic	Bulan	Yc(m)	Ic
Januari	1.16	0.0055	Juli	0.61	0.0044
Februari	1.27	0.0057	Agustus	0.31	0.0039
Maret	1.28	0.0057	September	0.85	0.0048
April	1.08	0.0053	Oktober	1.05	0.0052
Mei	0.99	0.0051	November	1.43	0.0060
Juni	1.03	0.0052	Desember	1.44	0.0060

Sedangkan hasil perhitungan kedalaman kritis dan rekapitulasi antara kedalaman kritis dan kemiringan kritis dari bulan Januari-Desember dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Rekapitulasi kedalaman normal, kedalaman kritis dan kemiringan kritis.

Bulan	Nilai Yn (kemiringan 0.00339)	Nilai Yc	
Januari	1.4	1.1622	0.0055
Februari	1.55	1.2730	0.0057
Maret	1.57	1.2828	0.0057
April	1.2752	1.0760	0.0053
Mei	1.1610	0.9927	0.0051
Juni	1.2118	1.0300	0.0052
Juli	0.6682	0.6093	0.0044
Agustus	0.3210	0.3051	0.0039
September	0.9733	0.8519	0.0048
Oktober	1.2389	1.0497	0.0052
November	1.7821	1.4271	0.0060
Desember	1.7119	1.4370	0.0060

**Analisis Profil Aliran dan Arus Balik Air
Metode Integrasi Numerik**

Perhitungan diawali dengan memasukkan ketinggian maksimum akibat Sungai Serang, setelah itu maka dapat dihitung dan didapatkan nilai A (luas), R (jari-jari hidrolis), dan T (lebar muka air). Hasil dari perhitungan tersebut akan digunakan untuk menghitung nilai penurunan muka air (fi) berdasarkan nilai debit, manning, kemiringan saluran, dan gravitasi bumi. Nilai penurunan muka air (fi) digunakan untuk mendapatkan ketinggian muka air semu (yi+1) berdasarkan jarak antara titik sebelumnya, namun nilai adalah negatif. Perhitungan ketinggian muka air yang sebenarnya (yi) dilakukan persis seperti perhitungan muka air semu (yi+1) tetapi nilai ketinggian muka air untuk menghitung nilai A (luas), R (jari-jari hidrolis), dan T (lebar muka air) adalah menggunakan nilai yi+1. Sehingga nilai ketinggian yang didapat pada titik tersebut menggunakan nilai yi. Perhitungan dilakukan berulang-ulang hingga jarak yang ditentukan. Perhitungan menggunakan integrasi numerik ini dapat dikontrol, kita dapat mengetahui apakah hitungan kita benar atau salah. Caranya dengan membandingkan nilai yi dan yi+1, jika selisih antara yi dan yi+1 tidak begitu jauh maka dianggap benar sebaliknya jika selisihnya besar maka kita perlu meneliti ulang dan memperbaikinya. Contoh analisis profil aliran dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Perhitungan profil aliran bulan Januari dengan metode integrasi numerik

Interval Jarak Antar Titik (m)	Kum. Jarak Antar Titik dari Hilir (m)	A dari yi	R dari yi	T dari Yi	(fi)	(yi+1)	A dari yi+1	R dari yi+1	T dari yi+1	f'x+1	y'x+1 (yi)	chanel bottom	yi	yn	Nilai Kesalahan α(%)
0	0	6.94	0.92	4.40							1.58	29.18	30.75	30.57	
25	25	5.02	0.66	5.48	2.87E-03	1.50	4.89	0.64	5.47	1.56E-03	1.52	29.35	30.87	30.75	1.65
25	50	7.92	0.96	5.58	1.73E-03	1.48	8.03	0.97	5.58	3.05E-03	1.46	29.46	30.92	30.85	1.87
25	75	5.45	0.75	4.19	3.04E-03	1.39	5.41	0.74	4.18	2.19E-03	1.40	29.76	31.15	31.15	1.08
25	100	6.46	0.91	4.95	0.00E+00	1.40	6.46	0.91	4.95	0.00E+00	1.40	29.52	30.91	30.91	0.00
25	125	2.00	0.48	1.49	0.00E+00	1.22	1.74	0.46	1.48	0.00E+00	1.22	30.48	31.70	31.70	0.00
25	150	1.74	0.46	1.48	0.00E+00	1.22	1.74	0.46	1.48	0.00E+00	1.22	30.48	31.70	31.70	0.00
16	166	1.74	0.46	1.48	0.00E+00	1.22	1.74	0.46	1.48	0.00E+00	1.22	30.55	31.77	31.77	0.00
25	200	1.74	0.46	1.48	0.00E+00	1.22	1.74	0.46	1.48	0.00E+00	1.22	30.68	31.90	31.90	0.00
25	225	1.74	0.46	1.48	0.00E+00	1.22	1.74	0.46	1.48	0.00E+00	1.22	30.80	32.02	32.02	0.00
25	250	1.74	0.46	1.48	0.00E+00	1.22	1.74	0.46	1.48	0.00E+00	1.22	30.92	32.14	32.14	0.00
25	275	1.74	0.46	1.48	0.00E+00	1.22	1.74	0.46	1.48	0.00E+00	1.22	31.04	32.26	32.26	0.00
25	300	1.74	0.46	1.48	0.00E+00	1.22	1.74	0.46	1.48	0.00E+00	1.22	31.17	32.39	32.39	0.00
25	325	1.74	0.46	1.48	0.00E+00	1.22	1.74	0.46	1.48	0.00E+00	1.22	31.29	32.51	32.51	0.00
25	350	1.74	0.46	1.48	0.00E+00	1.22	1.74	0.46	1.48	0.00E+00	1.22	31.41	32.63	32.63	0.00
25	375	1.74	0.46	1.48	0.00E+00	1.22	1.74	0.46	1.48	0.00E+00	1.22	31.53	32.75	32.75	0.00
25	400	1.74	0.46	1.48	0.00E+00	1.22	1.74	0.46	1.48	0.00E+00	1.22	31.66	32.88	32.88	0.00
25	425	1.74	0.46	1.48	0.00E+00	1.22	1.74	0.46	1.48	0.00E+00	1.22	31.78	33.00	33.00	0.00
25	450	1.74	0.46	1.48	0.00E+00	1.22	1.74	0.46	1.48	0.00E+00	1.22	31.90	33.12	33.12	0.00
25	475	1.74	0.46	1.48	0.00E+00	1.22	1.74	0.46	1.48	0.00E+00	1.22	32.02	33.24	33.24	0.00
25	500	1.74	0.46	1.48	0.00E+00	1.22	1.74	0.46	1.48	0.00E+00	1.22	32.15	33.37	33.37	0.00
25	525	1.74	0.46	1.48	0.00E+00	1.22	1.74	0.46	1.48	0.00E+00	1.22	32.27	33.49	33.49	0.00
25	550	1.74	0.46	1.48	0.00E+00	1.22	1.74	0.46	1.48	0.00E+00	1.22	32.39	33.61	33.61	0.00
25	575	1.74	0.46	1.48	0.00E+00	1.22	1.74	0.46	1.48	0.00E+00	1.22	32.51	33.73	33.73	0.00
25	600	1.74	0.46	1.48	0.00E+00	1.22	1.74	0.46	1.48	0.00E+00	1.22	32.64	33.86	33.86	0.00
25	625	1.74	0.46	1.48	0.00E+00	1.22	1.74	0.46	1.48	0.00E+00	1.22	32.76	33.98	33.98	0.00
25	650	1.74	0.46	1.48	0.00E+00	1.22	1.74	0.46	1.48	0.00E+00	1.22	32.88	34.10	34.10	0.00
25	675	1.74	0.46	1.48	0.00E+00	1.22	1.74	0.46	1.48	0.00E+00	1.22	33.00	34.22	34.22	0.00
25	700	1.74	0.46	1.48	0.00E+00	1.22	1.74	0.46	1.48	0.00E+00	1.22	33.13	34.35	34.35	0.00
25	725	1.74	0.46	1.48	0.00E+00	1.22	1.74	0.46	1.48	0.00E+00	1.22	33.25	34.47	34.47	0.00
25	750	1.74	0.46	1.48	0.00E+00	1.22	1.74	0.46	1.48	0.00E+00	1.22	33.37	34.59	34.59	0.00
25	775	1.74	0.46	1.48	0.00E+00	1.22	1.74	0.46	1.48	0.00E+00	1.22	33.49	34.71	34.71	0.00

Panjangnya arus balik air dari bulan Januari-Desember dapat dilihat pada Tabel 6 dibawah ini. Tabel 6. Rekapitulasi panjang arus balik air bulan Januari-Desember

Bulan	Debit m ³ /dtk	Panjang Arus Balik (m)	Bulan	Debit m ³ /dtk	Panjang Arus Balik (m)
Januari	5.49	75	Juli	2.07	310
Februari	6.30	1	Agustus	0.73	50
Maret	6.38	11	September	3.43	tidak terjadi arus balik air
April	4.88	191	Oktober	4.70	tidak terjadi arus balik air
Mei	4.32	190	November	7.50	tidak terjadi arus balik air
Juni	4.57	175	Desember	7.58	432

Software HEC-RAS 4.1.0

Analisis profil aliran dan arus balik air dengan menggunakan *software* HEC-RAS memerlukan data debit, penampang melintang, elevasi muka air hilir yang diperoleh dari metode integrasi numerik. Berikut ini adalah langkah-langkah analisis profil aliran dengan HEC-RAS pada bulan Januari.

1. Pembuatan *File Project*

Langkah pertama yaitu mengatur sistem satuan yang akan digunakan dalam HEC-RAS, untuk mempermudah hitungan maka sistem satuan yang digunakan adalah *System International* (Metric System). Setelah sistem satuan diatur, selanjutnya membuat folder penyimpanan *file project* agar mudah dalam mengelola maka perhitungan tiap bulan dibuat folder baru.

2. Memasukkan Data Geometrik

Data geometri dapat dibuat dengan meniru gambar geometri yang ada sebagai *background* dengan cara memilih menu edit pilih *geometric data*, kemudian pilih menu *bar no enam* dari kiri yang bergambar seperti permukaan bumi, kemudian *add background*. Selanjutnya membuat skema saluran dengan memilih *river reach* dan menggambar saluran dari hulu ke hilir.

Setelah pembuatan skema sungai dan saluran, langkah selanjutnya adalah memasukkan data penampang melintang. Membuat stasioning saluran yang akan di buat, memasukkan data penampang melintang saluran drainase dan sungai sehingga membentuk penampang yang diinginkan, memasukkan jarak antar penampang melintang yang satu dengan penampang melintang selanjutnya dari hilir dengan jarak 25 m, memasukkan nilai *manning* sesuai dengan nilai kekasaran saluran pada penelitian ini menggunakan saluran beton dan tanah sehingga menggunakan nilai *manning* 0,013 dan 0,03, *bank station* ditentukan pada jarak paling ujung kanan dan kiri yang dijadikan pembatas saluran drainase, nilai koefisien kontraksi dan ekspansi tidak perlu diubah.

3. Memasukkan Data Hidrolika.

Memasukkan data aliran dengan memilih menu edit kemudian pilih *steady flow* data. Masukkan data debit saluran pada kolom PF1, kemudian klik *reach boundary conditions* dan masukkan elevasi muka air hilir pada kondisi kedalaman normal untuk mendapatkan pola aliran saluran drainase primer Gayam. Masukkan elevasi muka air Sungai Serang pada debit maksimum untuk mendapatkan kondisi arus balik air atau tidak. Data aliran dimasukkan tiap bulan dengan dua opsi yaitu pada kondisi kedalaman normal dan pada kondisi debit maksimum sungai utama.

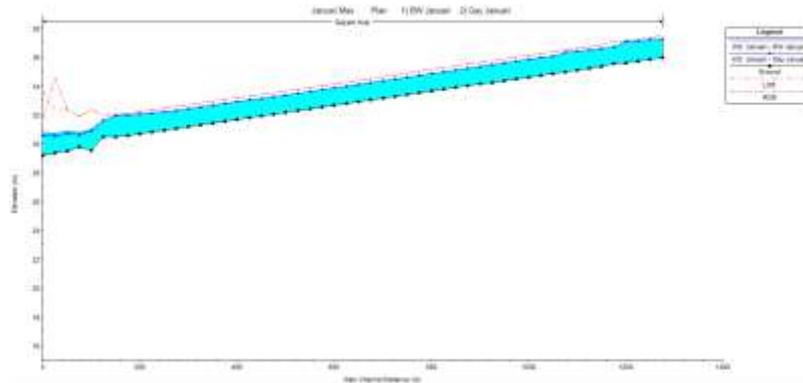
4. *Running* (Analisis)

Langkah analisis aliran *steady* dilakukan dengan memilih *run* kemudian *steady flow analysis* pada menu utama HEC-RAS. Analisis ini dilakukan dengan menggunakan dua plan yaitu pada kondisi normal dan pada kondisi debit maksimum pada sungai utama. Plan pertama dibuat dengan memilih menu kemudian *new plan*, masukkan plan 1 yaitu pada kondisi air pada kedalaman normal sesuai profil aliran saluran drainase primer Gayam lalu berikan nama Gayam. *Geometry file* diisi dengan penampang melintang saluran yang kita buat sebelumnya, dan *steady flow file* diisi dengan *file steady flow* pada kondisi kedalaman normal. *Flow regime* pilih *subcritical*, kemudian klik *compute* untuk memproses. Plan kedua dibuat sesuai plan pertama hanya saja dengan nama plan yang berbeda dan *steady flow file* yang dimasukkan pada kondisi debit maksimum sungai utama, kemudian *compute*.

5. Hasil anaisis

Hasil analisis program berupa gambar pada penampang melintang dan penampang memanjang serta berupa tabel. Contoh hasil analisis program dapat dilihat berupa penampang melintang. Penampang melintang pada sta 125 bulan Januari telah terjadi arus balik air dimana elevasi muka air melebihi tinggi tanggul yaitu sebesar 3,18 m. Gambar penampang memanjang pada bulan Januari pada kondisi arus balik air dapat dilihat pada Gambar 2. Pada Gambar 2 dapat dilihat bahwa elevasi muka air Sungai Serang memasuki saluran drainase primer Gayam hingga melebihi tanggul saluran drainase primer Gayam yang digambarkan oleh warna biru hingga jarak tertentu

berbeda-beda tiap bulan. Kondisi ini menunjukkan adanya arus balik air terjadi pada saluran drainase primer Gayam.



Gambar 2. Penampang memanjang saluran

Pembahasan

Analisis profil aliran dihitung dari debit maksimum yang terjadi di saluran drainase primer Gayam pada tahun 2004-2013, data diambil dari tiga stasiun hujan DAS Serang yaitu Sta. Hargorejo, Sta. Plaosan, dan Sta. Borrow Area. Data hujan yang didapat diuji kepanjangannya setelah dianggap pangkah, data hujan maksimum harian tiap bulan digunakan untuk menghitung debit pada saluran drainase primer Gayam dengan menggunakan metode rasional. Debit terbesar dari data tersebut terjadi pada bulan Desember yaitu sebesar $7,58 \text{ m}^3/\text{dt}$ dan debit terkecil terjadi pada bulan Agustus yaitu sebesar $0,73 \text{ m}^3/\text{dt}$. Perhitungan air balik dilakukan menggunakan data debit maksimum sungai Serang bulan Januari-Desember antara tahun 2011-2013.

Saluran drainase primer Gayam memiliki kemiringan dasar saluran lebih kecil daripada kemiringan kritisnya, sehingga dimasukkan dalam golongan aliran permukaan landai atau profil mild (M). Kedalaman normal nilai selalu lebih besar setiap bulannya dari kedalaman kritis. Nilai maksimum terjadi pada bulan November yaitu sebesar 1,78 m dan nilai sebesar 1,43 m.

Perhitungan arus balik air menggunakan ketinggian maksimum sungai Serang bulan Januari-Desember antara tahun 2011-2013. Dari hasil perhitungan, arus balik air paling besar terjadi pada bulan Desember yaitu sebesar 432 m.

Hasil analisis dengan menggunakan hitungan integrasi numerik dan *software* HEC-RAS sama-sama menunjukkan terjadinya arus balik air pada saluran drainase primer Gayam. Namun besarnya arus balik air yang dihitung menggunakan integrasi numerik lebih panjang dibanding menggunakan *software* HEC-RAS.

Hasil perhitungan menggunakan hitungan integrasi numerik dapat di jadikan pertimbangan dalam perencanaan saluran drainase primer Gayam karena memiliki arus balik lebih panjang sehingga faktor aman lebih baik.

Berdasarkan perhitungan integrasi numerik terdapat beberapa titik dimana elevasi muka air lebih tinggi dari tanggul karena itu perlu adanya perbaikan tanggul untuk mengantisipasi luapan banjir akibat arus balik air.

Akibat arus balik air, saluran drainase tertutup (*box culvert*) tergenang hingga tidak dapat menampung air. Saluran tertutup yang tergenang kurang lebih sepanjang 307 m atau 432 m dari hilir saluran drainase primer Gayam. Berdasarkan analisis terdapat permasalahan lain yaitu meluapnya air pada kondisi debit saluran drainase primer Gayam pada bulan November dan Desember. Debit tersebut menyebabkan peningkatan kedalaman normal sebesar 1.55 m yang ketinggiannya melebihi ketinggian saluran *box culvert* sebesar 1.5 m. Sehingga perlu ada perencanaan ulang saluran *box culvert*, solusi yang kongkrit yaitu merubah dimensi saluran *box culvert* hingga didapat luasan penampang basah yang lebih besar sehingga ketinggian normal dapat turun.

SIMPULAN

Kesimpulan hasil analisis dan pembahasan profil aliran yang terjadi pada saluran drainase primer Gayam adalah:

1. Saluran drainase primer Gayam termasuk jenis profil aliran permukaan landai atau profil M (*Mild*) karena kemiringan dasar saluran lebih kecil dari kemiringan kritis. Dengan kondisi ketinggian air maksimum akibat Sungai Serang maka diperoleh nilai $y > y_c$ pada setiap bulan sehingga profil aliran saluran drainase termasuk jenis profil aliran M-1. Nilai maksimum terjadi pada bulan November yaitu sebesar 1,78 m dan nilai sebesar 1,43 m.
2. Arus balik air terdeteksi pada perhitungan menggunakan integrasi numerik maupun menggunakan *software* HEC-RAS. Panjangnya arus balik air berbeda-beda tiap bulan tergantung debit saluran drainase primer Gayam. Arus balik air terpanjang terjadi pada bulan Desember yaitu sepanjang 432 m.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terima kasih kepada Ir. Adi Yusuf Muttaqien, M.T. dan Dr. Ir. Raden Roro Rintis Hadiani, M.T. yang selama ini telah membimbing, memberi arahan dan masukan dalam penelitian ini.

REFERENSI

- Amri, H. Ediyanto. Sofia. (2014). *Perencanaan Sistem Drainase Rumah Sakit Mitra Keluarga Kenjeran, Surabaya*. Jurnal. Jurnal Fakultas Teknik ITS: Surabaya.
- Charles, J dan IAP Rahardjo. (2014), *Simulasi 1-D Banjir Akibat Keruntuhan Bendungan dengan Program HEC-RAS 4.1.0 Studi Kasus Embung Tambakboyo Kabupaten Sleman-Provinsi D.I.Yogyakarta*. Tesis. Fakultas Teknik UGM: Yogyakarta.
- Chow, V.T. (1992). *Hidrolika Saluran Terbuka*. Erlangga: Jakarta.
- Fauziyyah, A.L. (2014). *Back Water pada Sungai Dengkeng Berdasarkan Metode Tahapan Standar*. Skripsi. Fakultas Teknik UNS: Surakarta.
- Ikhsan, C. (2007). *Pengaruh Variasi Debit Air Terhadap Laju Bed Load pada Saluran Terbuka dengan Pola Aliran Steady Flow*. Jurnal. Media Teknik Sipil UNS: Surakarta.
- Istiarto. (2011). *Modul Pelatihan Simulasi Aliran 1-Dimensi Dengan Bantuan Paket Program Hidrodinamika HEC-RAS Jenjang Dasar: Simple Geometry River*. Universitas Gadjah Mada: Yogyakarta.
- Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Cipta Karya, Master Plan DED Kabupaten Kulon Progo.
- Mularto, L.H. (2009). *Aplikasi Program Bantu Hec-Ras dengan Analisa Steady dan Unsteady Flow untuk Pemodelan Muka Air Kali Kedurus Bagian Hilir*. Skripsi. Fakultas Teknik ITS: Surabaya.
- Pengelolaan Sumber Daya Air Wilayah Sungai Progo – Opak – Serang, 2010.
- Peraturan Pemerintah No 38 tahun 2011 , pasal 1 ayat 1.
- Pratama, H.D. (2012). *Simulasi Profil Muka Air pada Bendung Mrican Menggunakan Program HEC-RAS 4.1.0*. Skripsi. Fakultas Teknik UNY: Yogyakarta.
- Suripin. (2004). *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*. ANDI: Yogyakarta.
- Triatmodjo, B. (2003), *Hidrolika II. Beta Offset*. Yogyakarta.
- Wicaksono, F.D.N. (2015), *Simulasi Prediksi Pola Tata Tanam Di Das Tirtomoyo Berdasarkan Neraca Air*. Jurnal. Jurnal Teknik Universitas Sebelas Maret: Surakarta.
- Wulandari, D.A. dan Kirno. (2010). *Penyelidikan Pola Aliran Embung Samiran dengan Uji Model Hidrologi Fisik*. Jurnal. Jurnal Teknik Universitas Diponegoro: Semarang.